

**ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕПЛИКАЦИОННЫХ ПОТОКОВ
ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ГАЗОДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ****А. С. Анищенко, В. С. Шерстнев (Томск)**

Задача поддержания оптимальной производительности – одна из наиважнейших задач любого производства, и предприятия газодобывающей отрасли не являются исключением. Современное газодобывающее предприятие является сложным производственным комплексом, распределенным по различным территориям и интегрированным в Единую систему газоснабжения России. С ходом технологического прогресса роль информационных технологий в эффективном управлении производством становится все более значимой, а производственные информационные системы – все более интеллектуальными, обширными и охватывают все уровни корпоративной сети организации. Наличие надежных и бесперебойных каналов связи между территориально-распределенными подразделениями газодобывающего производства всех уровней приобретают все большую актуальность. В связи с постоянным развитием производства, совершенствованием технологических процессов возрастают нагрузки на существующие каналы связи предприятия и информационные центры, накапливающие производственную информацию. Возникает вопрос, каков запас прочности существующей информационной системы предприятия, справится ли она с растущими запросами пользователей и увеличивающимися информационными потоками? Ответ на такой вопрос можно получить с помощью методов имитационного моделирования.

Программные комплексы и оболочки, разработанные на сегодняшний день для моделирования такого рода систем, обладают общим недостатком, обусловленным тем, что в них не предусматривается специфика оборудования, видов и количества информации. Данный недостаток является обратной стороной универсальности существующих систем. В рамках данного доклада рассматривается разработанная система имитационного моделирования для исследования растущих потребностей газодобывающего предприятия и полученные с её помощью результаты.

Рассматриваемое газодобывающее предприятие предлагается абстрагировать до трех уровней управления (уровень управления компанией, уровень регионального управления, уровень газового промысла), иерархически связанных каналами передачи информации. На каждом уровне производственная информация обрабатывается средствами промышленных реляционных СУБД. Взаимосвязи между СУБД различных уровней осуществляются с помощью стандартного механизма репликации производственных данных, как представлено на рис. 1.

Иерархическая связанность серверов тождественна иерархическому принципу управления производством: информация уровня промысла в первую очередь поступает на вышестоящий уровень – регионального управления, подвергается определенной обработке (агрегации, фильтрации, консолидации) и только после этого передается на верхний уровень – управления компанией.

В целом, каждый уровень выполняет схожие функции и оперирует однотипной информацией: картографической, паспортной, технологической, управляющей. СУБД каждого уровня насыщается производственной информацией из различных источников: данные, вносимые пользователями информационной системы; реплицируемые данные других уровней; информация от датчиков АСУ ТП (актуально только для нижнего уровня производства – промысла).

Каналы связи, объединяющие уровни предприятия в единое информационное пространство, построены на основе различных технических решений: радиорелейная связь, выделенные телефонные линии, спутниковые каналы связи и т.д.

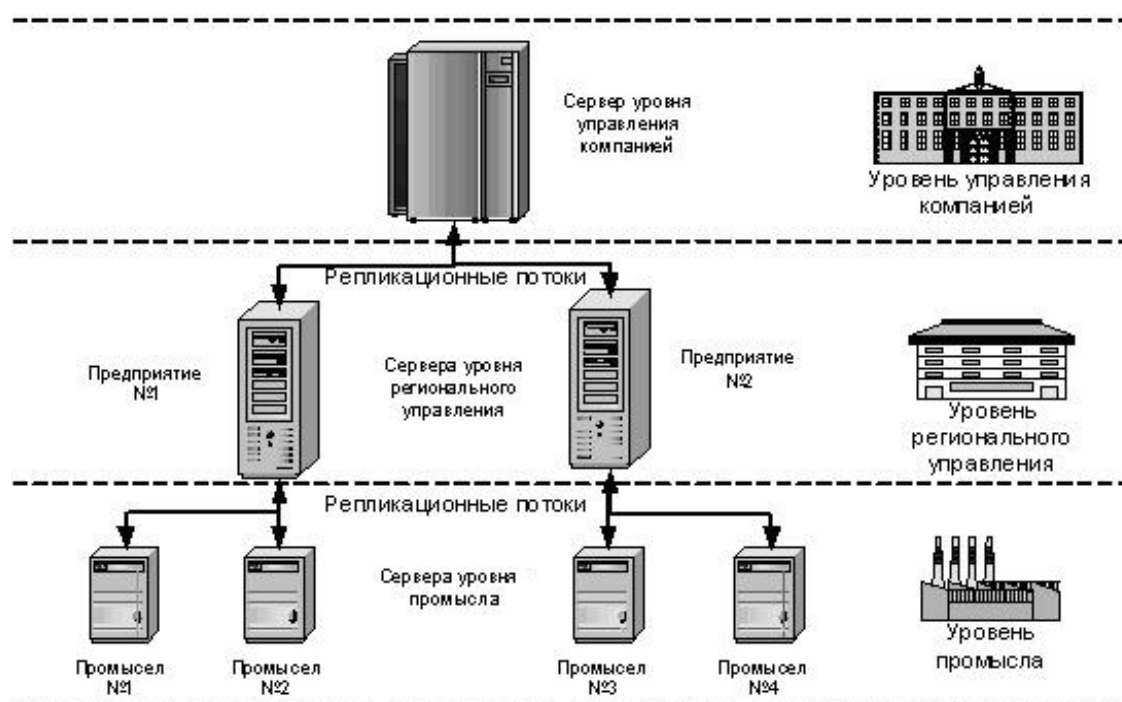


Рис. 1. Схема репликационной сети информационной системы газодобывающего предприятия

Для исследования вышеописанной предметной области построена имитационная модель, представленная на рис. 2.

Согласно теории СМО в модели, представленной на рис. 2, можно выделить следующий вектор элементарных составляющих: $\vec{M}(\vec{A}, \vec{S}, \vec{Q}, \vec{T})$, где:

- \vec{A} – аппарат обслуживания, моделирующий сервера всех уровней и каналы связи между ними;
- \vec{S} – поток данных, описывающий деятельность пользователей информационной и АСУ ТП по внесению разнотипной информации (транзактов) в систему;
- \vec{Q} – очередь данных, олицетворяющая собой буферные накопители серверов информационной системы, хранящие подготовленные к передаче данные;
- \vec{T} – транзакт, олицетворяет пакет пользовательских данных.

В целом, в предложенной модели задействованы: 5 экземпляров аппаратов обслуживания, 12 экземпляров потоков пользовательских данных, 46 экземпляров очередей данных и не поддающееся подсчету число транзактов, генерируемых в системе и удаляемых из нее в процессе моделирования. Стоит отметить, что аппараты № 2, 3 выполняют функции каналов связи, а аппараты обслуживания № 1, 3, 5 являются серверами информационной системы.

Для начальной настройки данной имитационной модели потребовалось описать более 100 параметров, таких, как: скорость обработки данных аппаратом обслуживания (сервер и канал связи); дисциплина обслуживания очередей аппаратом обслуживания; минимальная и максимальные частоты поступления пакетов для каждого входного потока; минимальный и максимальный размеры транзактов и т.д. Приведем некоторые параметры модели: скорость передачи данных по каналам связи – 10 Мб/сек, скорость обработки данных сервером СУБД – 1 Мб/сек. Такой выбор скоростей обработки данных обусловлен тем, что сервер СУБД обязан не только принять поступившие данные,

но и определенным образом их переработать, что увеличивает общее время обработки пакета данных.

В качестве дисциплины обслуживания очередей транзактов выбран принцип FIFO: именно он используется задействованными на предприятии реляционными СУБД MS SQL Server 2000 при обработке репликационных пакетов.

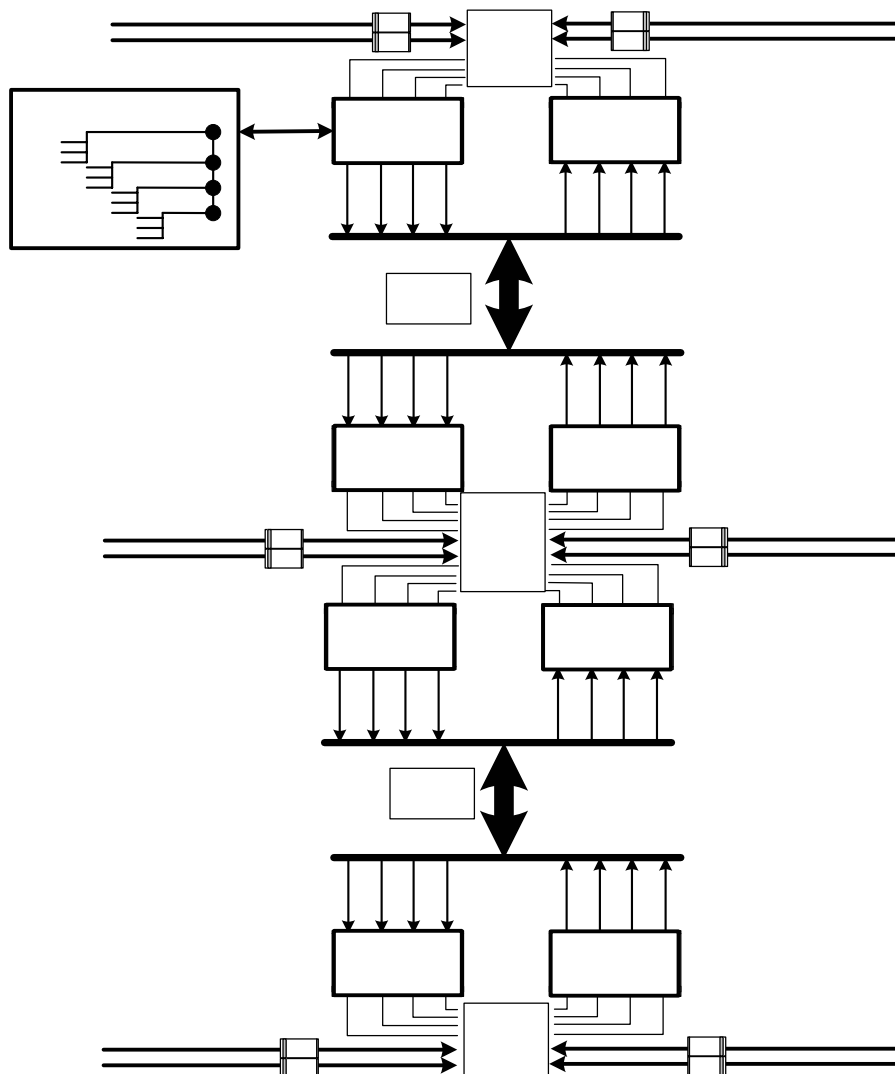


Рис. 2. Имитационная модель многоуровневой информационной системы газодобывающего предприятия

Для описания параметров модели использовались данные, собранные из работающей информационной системы газодобывающего предприятия. После описания и настройки имитационной модели были поставлены 10 численных экспериментов. На основании собранных данных вычислены эмпирическое математическое ожидание и среднее квадратичное отклонение для параметра «максимальная задержка транзакта в очередях». На рис. 3 показаны отличия в максимальных задержках между транзактами тех или иных информационных потоков.

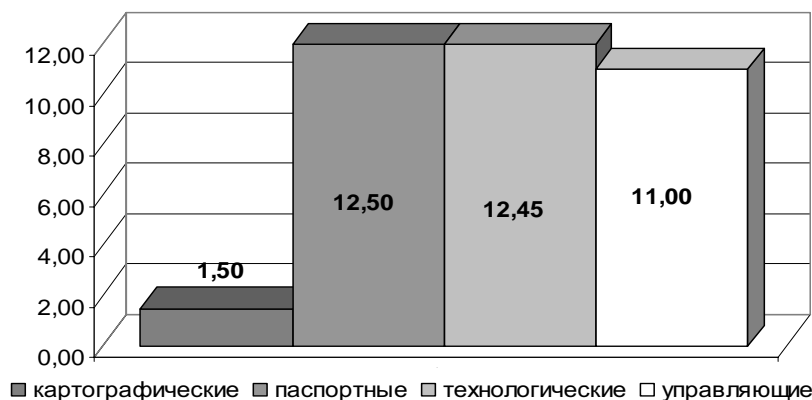


Рис. 3. Эмпирические математические ожидания максимальных задержек транзактов на серверах модели

Несмотря на то, что при выборе размера и времени поступления новых транзактов использовалось нормальное распределение, максимальное эмпирическое средне-квадратичное отклонение всех математических ожиданий составило всего 0,0023.

Для исследования поведения информационной системы при возрастающих нагрузках имитационная модель была перенастроена. Изменения начальных параметров модели свелось к увеличению частоты поступления транзактов в систему. Результаты второй серии из 10 экспериментов представлены на рис. 4.

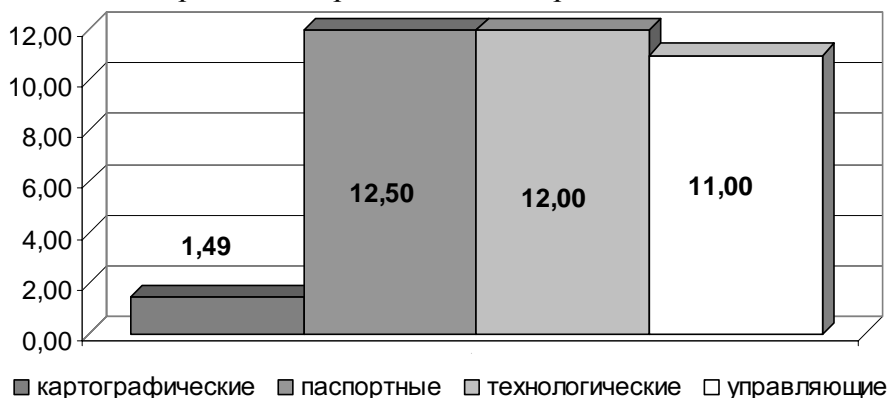


Рис. 4. Эмпирические математические ожидания максимальных задержек транзактов на серверах модели при увеличенных нагрузках

Схожесть результатов показывает, что предел утилизации системы еще не достигнут.

С другой стороны, анализ полученных результатов позволяет сказать, что задержки в передаче управляющих данных сравнимы с задержками всех прочих потоков данных. Такая ситуация недопустима, так как в информационно-управляющей системе производством управляющие директивы должны передаваться максимально быстро. Каким образом можно скорректировать данную проблему? В рамках исследований было предложено сопоставить потокам данных соответствующие приоритеты. Приоритеты были расставлены по убыванию соответствующим образом: картографические данные – 4, паспортные данные – 3, технологические данные – 2, управляющие данные – 1. Наивысший приоритет был назначен управляющим данным, а низший приоритет – картографическим.

После адаптации модели к использованию приоритетов численные эксперименты были повторены. Результаты повторного моделирования представлены на рис. 5.

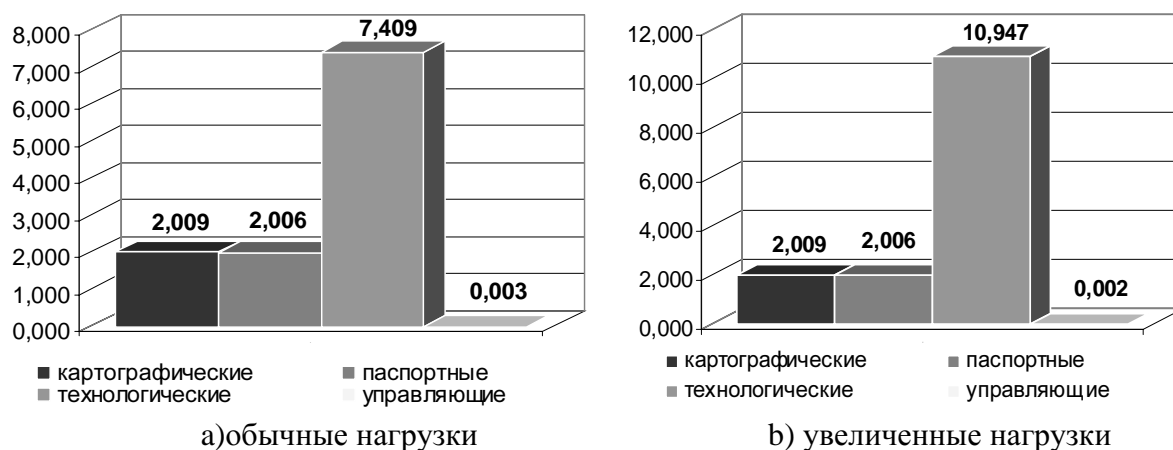


Рис. 5. Эмпирические математические ожидания максимальных задержек транзактов на серверах модели с использованием приоритетов

Наличие преувеличенных задержек для транзактов технологического потока обуславливается тем, что данный поток обладает наибольшей частотой поступления транзактов. Еще больше снизить задержки технологического потока можно только за счет повышения его приоритета до уровня управляющих данных.

По итогам проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

1. Информационная система, обрабатывающая разнотипную информацию и выполняющая функции управления производством, должна обладать возможностью расстановки приоритетов на существующие информационные потоки.
2. Пакеты данных, обрабатываемые информационной системой, должны быть максимально минимальны. Это увеличит количество служебной информации, переносимой в каждом пакете данных, но также повысит управляемость информационных потоков.
3. Использование системы имитационного моделирования позволит предсказать потенциальные проблемы с эксплуатацией системы при увеличении нагрузки.

Литература

1. Дж. Бендат, А. Пирсон. Прикладной анализ случайных данных: Пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 540 с.
2. Сборник докладов «ИММОД – 2003». Опыт практического применения языков и программных систем имитационного моделирования в промышленности и прикладных разработках. Том 1, 2. –СПб.: ФГУП ЦНИИ технологии судостроения, 2003. – 238 с.
3. Бусленко Н. П. Моделирование сложных систем. –М.: Наука, 1978. – 400 с.
4. Марков А. А. Моделирование информационно-вычислительных процессов: Учебное пособие для вузов. –М.: Изд-во МГТУ им. М.Э. Баумана, 1999. – 360 с.
5. Советов Б. Я., Яковлев С. А. Моделирование систем: Учебник для вузов. –М.: Высшая школа, 1985 (1999). – 224 с.
6. Microsoft Corporation. Microsoft Windows 2000 Server. Учебный курс MCSE: Пер. с англ. – 2-е изд., перераб. –М.: Русская редакция, 2001. – 912 с.: ил.
7. Олифер В. Г., Олифер Н. А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. 2-е изд. –СПб.: Питер, 2003. – 864 с.